

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-55669

(P2004-55669A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 27/146	H O 1 L 27/14	A 4 M 1 0 8
H O 1 L 21/316	H O 4 N 5/335	U 4 M 1 1 8
H O 1 L 21/76	H O 1 L 21/94	A 5 C 0 2 4
H O 4 N 5/335	H O 1 L 21/76	M 5 F 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-208507 (P2002-208507)	(71) 出願人	391051588
(22) 出願日	平成14年7月17日 (2002.7.17)		富士フイルムマイクロデバイス株式会社
			宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
		(71) 出願人	000005201
			富士写真フイルム株式会社
			神奈川県南足柄市中沼210番地
		(74) 代理人	100105647
			弁理士 小栗 昌平
		(74) 代理人	100105474
			弁理士 本多 弘徳
		(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光
		(74) 代理人	100115107
			弁理士 高松 猛

最終頁に続く

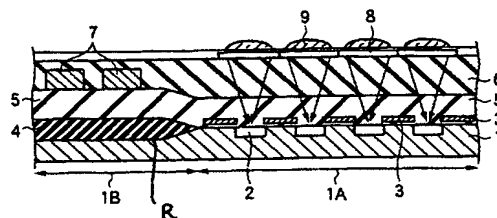
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】画質の低下特に、基板周縁部の画質劣化を低減し、高精度の読み取り画像を提供することのできる固体撮像素子を提供する。

【解決手段】固体撮像素子の有効撮像領域1Aを囲むように枠状に形成されるフィールド酸化膜4を凹部Rに形成することにより、この表面が、フォトセンサ2の表面レベルと同程度に位置するように構成している。

【選択図】 図1



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体撮像素子の有効撮像領域を囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜の表面が、フォトセンサの表面レベルと同程度に位置していることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】

前記フィールド酸化膜は、選択酸化（LOCOS）によって形成された膜であることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項3】

前記フィールド酸化膜は、枠状に形成された凹部内に形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の固体撮像素子。

【請求項4】

半導体基板表面に固体撮像素子を形成する方法であって、
固体撮像素子形成領域を囲むようにフィールド酸化膜を形成する工程が、
固体撮像素子の有効撮像領域を囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜の表面が、フォトセンサの表面レベルと同程度に位置するように、フィールド酸化膜を形成する工程を含むことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項5】

前記フィールド酸化膜を形成する工程は、
前記半導体基板表面の少なくとも固体撮像素子形成領域を囲む領域に凹部を形成する工程と、
前記凹部内に、酸化シリコン膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項4に記載の固体撮像素子の形成方法。

【請求項6】

前記酸化シリコン膜を形成する工程は、選択酸化によって形成される工程であることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】

前記フィールド酸化膜を形成する工程は、選択酸化によって酸化シリコンを形成する工程と、
CMPにより、前記酸化シリコン膜の突出部を除去し平坦化する工程とを含むことを特徴とする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子およびその製造方法に関し、特に固体撮像素子の微細化構造およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の高集積化・高密度化に伴い、固体撮像装置においても、撮像画素数の増加が進んでいるが、画素数の増加に伴い信号電荷の高速転送、すなわち高速駆動への要求から、素子の微細化が進んでいる。

【0003】

固体撮像素子は、図6にその断面の一例を示すように、周辺部等に、300～600nm程度の厚いCVD酸化膜からなるフィールド酸化膜14を形成し、このフィールド酸化膜14で囲まれた素子領域内は有効撮像領域11Aとして、光電変換素子と電荷転送素子とが配列される。一方フィールド酸化膜14上およびその外側は非撮像領域11Bとなり、この非撮像領域11Bには、信号電荷を水平方向に転送する水平転送レジスタや固体撮像素子に対して、信号処理回路などを分離する素子分離領域（フィールド酸化膜）が形成され、その上層には配線層17が形成されている。

【0004】

すなわち、図6に示すように、シリコン基板11内には、フィールド酸化膜14で囲まれ

(3)

た有効撮像領域11A内にフォトダイオード12および電荷転送素子13が形成され、その上層は絶縁膜15で被覆されている。

【0005】

そしてこのフィールド酸化膜14上には配線電極17が形成され、更にその上層は平坦化膜16で被覆されている。そして、さらにカラーフィルタ18、マイクロレンズ19が設けられる。

このような構造を有する固体撮像素子においては、図6に示すように、有効撮像領域11Aと非撮像領域11Bとの境界部分に大きな段差が形成される。

【0006】

また、基板と配線間の容量を小さくするために、フィールド酸化を用いる場合はある程度の酸化膜厚が必要となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の固体撮像素子では、チップの中心部の有効撮像領域11Aと、これを囲む非撮像領域11Bとの間で大きな段差を生じる。従って図7に示すように、有効撮像領域11Aの近傍から外側は画質が劣化する画質劣化部21となっている。

【0008】

すなわち、周囲に大きな段差があるため、平坦化膜16を形成しても、図8に示すように、中央部で薄くなり、なだらかな段差の形成は免れ得ない。このため、この平坦化膜16の上層に形成されるカラーフィルタ18およびマイクロレンズ19も周縁部では斜めに形成される。従って、有効撮像領域11Aの周辺部では、オンチップレンズにより集光された光がフォトセンサの中央に入射しなくなることがある。これにより、撮像画面の周辺部で感度や色の不均一が生じ、この周辺領域は、画質劣化部21として問題となっている。

【0009】

このように、基板周縁部の枠状のフィールド酸化膜のパターンによる段差に起因して、撮像画面の周辺部で感度や色の不均一が生じ、画質が低下するという問題があった。

【0010】

本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、画質の低下特に、基板周縁部の画質劣化を低減し、高精度の読み取り画像を提供することのできる固体撮像素子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置は、固体撮像素子の有効撮像領域を囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜の表面が、フォトセンサの表面レベルと同程度に位置していることを特徴とする。

【0012】

かかる構成によれば、固体撮像素子の有効撮像領域を囲むように枠状に形成されるフィールド酸化膜の表面がフォトセンサの表面レベルと同程度となるように形成されているため、有効撮像領域全体が平坦に維持される。従ってチップ表面に形成されるレンズはチップ周辺部においても、光軸が基板表面と平行となるように維持され、フォトセンサの中央に効率よく入射せしめられる。従って撮像画面の周辺部においても感度や色の不均一が生じることなく、画質劣化部が低減され、有効撮像領域全体にわたって高精度に撮像画像を得ることが可能となる。

また、配線容量を十分にとるべく厚いフィールド酸化膜を形成する場合にも、基板表面の段差を低減することが可能となる。

【0013】

また望ましくは、前記フィールド酸化膜を、選択酸化によって形成することにより、膜質の良好な酸化膜を形成でき、より確実な絶縁分離が可能となる。

【0014】

さらに望ましくは、前記フィールド酸化膜は、枠状に形成された凹部内に形成されている

(4)

。かかる構成によれば、平坦でかつ膜質の良好な酸化膜を形成することが可能となる。

【0015】

また本発明では、半導体基板表面に固体撮像素子を形成する方法であって、固体撮像素子形成領域を囲むようにフィールド酸化膜を形成する工程が、固体撮像素子の有効撮像領域を囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜の表面が、フォトセンサの表面レベルと同程度に位置するように、フィールド酸化膜を形成する工程を含むことを特徴とする。

【0016】

かかる構成によれば、厚いフィールド酸化膜を形成し、配線容量を十分に小さくしつつ、基板表面の段差を低減することが可能となる。

【0017】

望ましくは、前記フィールド酸化膜を形成する工程は、前記半導体基板表面の少なくとも固体撮像素子形成領域を囲む領域に凹部を形成する工程と、前記凹部に、酸化シリコン膜を形成する工程とを含む。

【0018】

かかる構成によれば、あらかじめ凹部を形成した後、この凹部に酸化シリコン膜を形成するようにしているため、効率よく表面の平坦化をはかることが可能となる。

【0019】

望ましくは、この酸化シリコン膜は、選択酸化によって形成すれば、膜質の良好な絶縁膜となるため、リークのおそれもなく、確実な素子分離を行うことが可能となる。

【0020】

また望ましくは、前記フィールド酸化膜を形成する工程は、選択酸化によって酸化シリコンを形成する工程と、CMPにより、前記酸化シリコン膜の突出部を除去し平坦化する工程とを含む。

【0021】

かかる構成によれば、さらなるリソグラフィ工程を必要とすることなく、歪の少ない素子分離領域を形成することが可能となる。

【0022】

また、ここでフィールド酸化膜は選択酸化に限定されることなく、化学的気相成長(CVD)法で形成してもよい。さらにまたあらかじめ枠状の凹部を形成しておくようにし、この凹部に塗布法によって絶縁膜を形成するようにしてもよい。さらにまたCVD法や熱酸化による酸化シリコン膜に限定されることなく、BPSG膜やPSG膜のように不純物ドーパしたシリコン酸化膜や塗布法によって形成された膜も適用可能である。

【0023】

また、CVD法による酸化シリコン膜と選択酸化による酸化シリコン膜とを併用し、素子分離を重視するアンプ付近ではCVD法による酸化シリコン膜を用い、フォトダイオード形成領域の周辺など平坦性を重視する部分では選択酸化を用いるというように1枚の基板内で使い分けるようにしてもよい。

【0024】

加えて、基板表面の平坦性が向上するため、フォトリソ工程やエッチング工程の加工マージンが広がり、微細化にも有効なものとなっている。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

(第1の実施の形態)

【0026】

本実施形態の半導体装置は、図1に示すように、固体撮像素子の有効撮像領域1Aを囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜4の表面が、フォトセンサ2の表面レベルと同程度に位置するように構成したことを特徴とする。

他の部分については、図6に示した従来例の固体撮像素子と同様に形成されている。

【0027】

(5)

すなわち、図1に示すようにフィールド酸化膜4が基板1の表面に形成された凹部R内に形成され、基板1の表面レベルからの突出高さが低くなるように形成されていることを特徴とする。

【0028】

シリコン基板1表面に形成された凹部R内に、選択酸化によるフィールド酸化膜4が形成されており、非撮像領域1Bと有効撮像領域1Aとの界面での段差はほとんど皆無となっている。そしてシリコン基板1内にフォトダイオード2が形成されると共に、このフォトダイオード2による光電電流を電荷転送素子3の電荷転送電極を介して読み出すように構成されている。

【0029】

ここでは、シリコン基板1の周辺部に、杵状をなすように形成された、深さ600nm程度の凹部R内に選択酸化による厚さ800nmの酸化シリコン膜4が形成されている。そしてこの酸化シリコン膜4で囲まれた素子領域内は有効撮像領域1Aとして、フォトダイオード2と電荷転送素子3とが配列される。一方フィールド酸化膜4およびその外側は非撮像領域1Bとなり、この非撮像領域1Bには、信号電荷を水平方向に転送する水平転送レジスタや固体撮像素子に対して、信号処理回路などを分離するフィールド酸化膜としての酸化シリコン膜4が形成され、その上層には配線層17が形成されている。

【0030】

すなわち、図1に示すように、シリコン基板1内には、フィールド酸化膜4で囲まれた有効撮像領域1A内にフォトダイオード2および電荷転送素子3が形成され、その上層は絶縁膜5で被覆されている。

【0031】

そしてフィールド酸化膜4上には配線電極7が形成され、更にその上層は平坦化膜6で被覆されている。そして、さらにカラーフィルタ8、マイクロレンズ9が設けられている。

【0032】

かかる構成によれば、図1に示すように、有効撮像領域1Aでは、その周囲の非撮像領域1Bとの間の境界まで良好な撮像特性を得ることができ、画質劣化部21は非撮像領域とほぼ一致することになる。

【0033】

次に本実施形態の固体撮像素子の製造工程について図3(a)乃至(c)を参照しつつ説明する。

【0034】

まず、図3(a)に示すように、n型のシリコン基板1を用意する。

そして、バッファ用の酸化シリコン膜10および窒化シリコン膜11を形成しフォトリソグラフィによりこれらをパターニングし、2層構造のマスクパターンを形成する。

次いで図3(b)に示すように、このマスクパターンをマスクとして基板表面をエッチング除去し、表面に凹部Rを形成する。

【0035】

この状態で、900℃の酸化性雰囲気中で加熱し、図3(c)に示すように、膜厚400から600nm程度の酸化シリコン膜からなるフィールド酸化膜4を形成する。そしてこの窒化シリコン膜11を除去し、通常の方法で、ゲート酸化膜を形成し、フォトダイオード2および電荷転送素子3、配線層7などを形成する。

このようにして図1に示した、固体撮像素子が形成される。

【0036】

この構造では、400～600nmと厚いフィールド酸化膜が形成されているものの、凹部Rに形成されているため、段差は小さく、従ってフィールド酸化膜の周辺でも表面は平坦であり、上層に形成されるマイクロレンズ9による集光も精度よくなされ、画質の劣化をもたらすこともない。

【0037】

またこの固体撮像素子によれば、フィールド酸化膜による段差が小さいため、フォトリソ

(6)

グラフィにおけるフォーカスマージンが広がり、微細パターンの加工を行うことが可能となる。

【0038】

また製造に際しても、凹部を形成して、その凹部内に酸化シリコン膜を充填するようにすればよいため、製造も容易である。

【0039】

なお、前記実施の形態では、選択酸化による酸化シリコン膜を選択的に除去することにより形成した凹部を用いたが、基板をエッチングすることによって凹部を形成しても良い。

【0040】

また、前記実施の形態では、凹部内で選択酸化を行うことにより、酸化シリコン膜を形成したが、CVD法により酸化シリコン膜を形成し、これをフィールド酸化膜として用いるようにしてもよい。

【0041】

また、BPSG膜やPSG膜のような不純物ドーパ膜などを塗布法によって凹部内に充填するようにしてもよいことはいうまでもない。

【0042】

(第2の実施の形態)

前記第1の実施の形態では、凹部に酸化シリコン膜を形成することにより、基板表面の段差を低減するようにしたが、この例では、選択酸化により酸化シリコン膜を形成した後、この酸化シリコン膜をCMPにより選択的に除去することにより表面の平坦化をはかるようにしてもよい。

【0043】

すなわち本実施形態の半導体装置は、図4に示すように、固体撮像素子の有効撮像領域1Aを囲むように枠状に形成されたフィールド酸化膜4の表面が、CMPにより平坦化されて、フォトセンサ2の表面レベルと同程度に位置するように構成されている。

【0044】

他の部分については、図1および2に示した本発明の第1の実施の形態の固体撮像素子と同様に形成されている。

【0045】

すなわち、図4に示すようにフィールド酸化膜4が平坦化され、基板1の表面レベルからの突出高さが低くなるように形成されていることを特徴とする。

【0046】

この例では、シリコン基板1表面に、選択酸化によるフィールド酸化膜4が形成されており、このフィールド酸化膜4の表面がエッチングおよび研磨により除去されているため、非撮像領域1Bと有効撮像領域1Aとの界面での段差はほとんど皆無となっている。そしてシリコン基板1内にフォトダイオード2が形成されると共に、このフォトダイオード2による光電電流を電荷転送素子3の電荷転送電極を介して読み出すように構成されている。上部の絶縁膜5、平坦化膜6、配線層7についても前記第1の実施の形態と同様に形成されている。

【0047】

ここでは、シリコン基板1の周辺部に、枠状をなすように形成された、厚さ800nmの酸化シリコン膜4が表面研磨により、厚さ400nm程度のみ残留せしめられ、ほぼ平坦な表面を構成するようになっている。

【0048】

かかる構成によれば、前記第1の実施の形態と同様に、有効撮像領域1Aでは、その周囲の非撮像領域1Bとの間の境界まで良好な撮像特性を得ることができ、画質劣化部21は非撮像領域とほぼ一致することになる。

【0049】

次に本実施形態の固体撮像素子の製造工程について図5(a)乃至(c)を参照しつつ説明する。

(7)

まず、図5(a)に示すように、n型のシリコン基板1を用意する。

そして、図5(b)に示すように、(図示しない)窒化シリコンなどの非酸化性膜からなるマスクパターンを形成して、900℃の酸化性雰囲気中で加熱し、膜厚800nm程度の酸化シリコン膜からなるフィールド酸化膜4を形成する。

【0050】

この後、図5(c)に示すように、基板表面に突出しているフィールド酸化膜4を除去し、CMPにより表面の平坦化をはかる。

【0051】

そして、通常の方法で、ゲート酸化膜を形成し、フォトダイオード2および電荷転送素子3、配線層7などを形成する。

このようにして図4に示した、固体撮像素子が形成される。

【0052】

かかる構成によっても前記第1の実施の形態と同様、基板表面が平坦であるため、撮像特性が良好で画質劣化をもたらす領域と非撮像領域とがほぼ一致するようになり、最大限に有効な撮像領域を得ることが可能となる。

【0053】

また、本発明は、CCDエリアセンサに、特に有効であるが、この他ラインセンサやCMOSセンサ、など他の撮像デバイスにも適用可能である。

【0054】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明の固体撮像素子によれば、有効撮像領域と非撮像領域との境界部分において素子分離膜(フィールド酸化膜)による段差を低減することができるため、表面に形成される色分解フィルタやオンチップレンズを平坦な状態で配置することができる。この結果有効撮像領域の周辺部における感度や色の不均一性を改善することができ、画質の低下を防止することが可能となる。

【0055】

また基板表面の平坦性が向上するためフォトリソ工程やエッチング工程の加工マージンが広がり、素子の微細化をはかることが可能となる。

【0056】

さらにまた、段差を大きくすることなくフィールド酸化膜の膜厚を十分に大きくとることができ、基板と配線との間の容量を十分に小さくすることが可能となる。

【0057】

加えて、何ら大きなプロセス変更なしに、基板の平坦化をはかることができ、製造も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の固体撮像素子を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の固体撮像素子の平面図を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の固体撮像素子の製造工程を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態の固体撮像素子を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態の固体撮像素子の製造工程を示す図である。

【図6】従来例の固体撮像素子を示す図である。

【図7】従来例の固体撮像素子の平面図を示す説明図である。

【図8】従来例の固体撮像素子の断面説明図である。

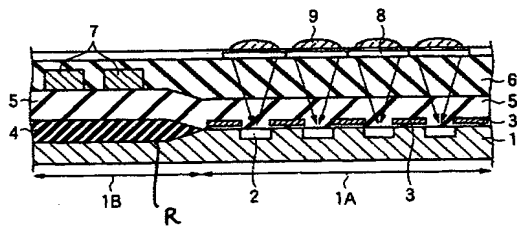
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 フォトダイオード
- 3 電荷転送素子
- 4 フィールド酸化膜
- 5 絶縁膜
- 6 平坦化膜

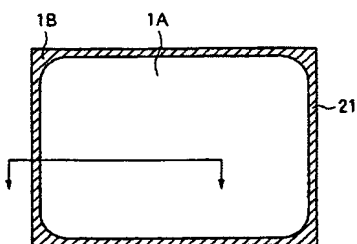
(8)

- 7 配線
8 カラーフィルタ
9 マイクロロッドレンズ

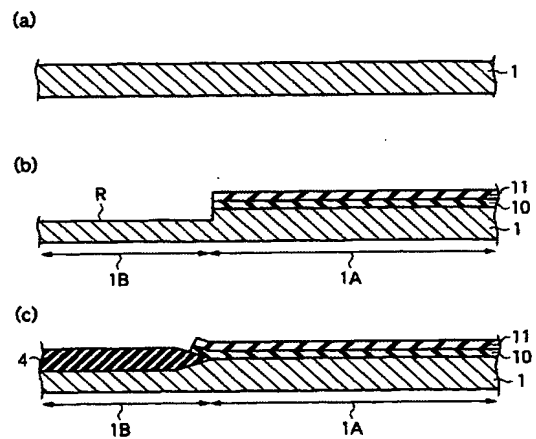
【図 1】



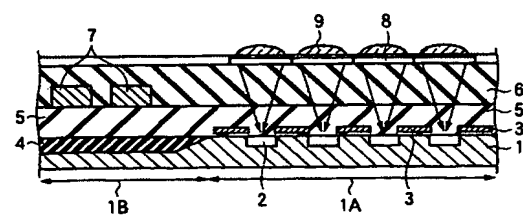
【図 2】



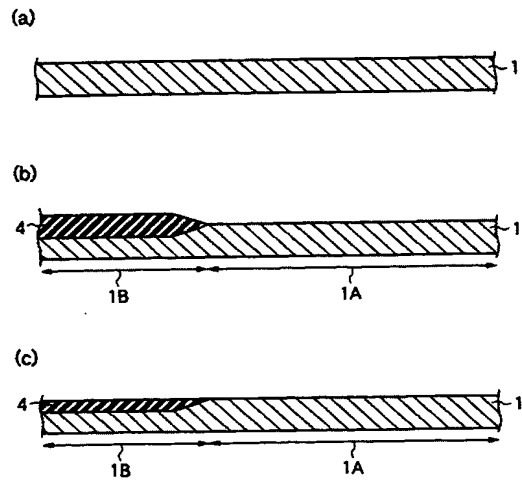
【図 3】



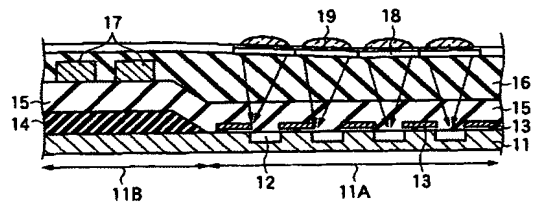
【図 4】



【図5】

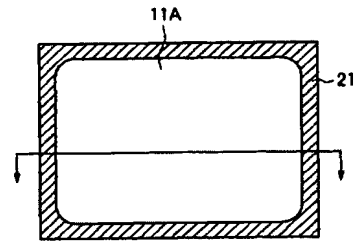


【図6】



(9)

【図7】



【図8】



フロントページの続き

(74) 代理人 100090343

弁理士 栗宇 百合子

(72) 発明者 會田 勉

宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムマイクロデバイス株式会社内

(72) 発明者 斉藤 牧

宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムマイクロデバイス株式会社内

Fターム(参考) 4M108 AA05 AB04 AB22 AB27 AB30 AC01 AC13 AC34 AC38 AC55
AD11 AD13 AD16
4M118 AA06 AA10 AB01 BA10 CA03 CA40 EA01 FA28 FB09 GC07
GD04
5C024 CY47 EX43 GX03 GY01
5F032 AA13 AA18 AA34 AA44 AA48 AA49 CA15 CA17 CA20 DA02
DA09 DA22 DA33 DA78

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.